EXAMEN FINAL D'ASSAINISSEMENT (Durée : 01h30)

Questions de cours (03 pts)

1) La forme des canalisations d'assainissement est généralement circulaire ; citer les 3 cas où il est préférable d'utiliser la forme ovoïde (les 3 raisons) ? **(1,5 pt)**.
2) Parmi les conditions d'écoulement à respecter en assainissement la condition de vitesse $v_{min} \leq v \leq v_{max}$; expliquer l'intérêt de cette condition ? c-à-d, pourquoi cette condition ? **(1,5 pt)**

Exercice 1 (04 pts)

Le tableau donne les valeurs instantanées de hauteurs cumulées d'une pluie.

t (mn)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
h_c (mm)	0	6	10	15	24	32	37	37	44	48

1) Déterminer les hauteurs et les intensités de précipitations correspondantes. Donner un exemple de calcul détaillé pour le premier pas de temps et dresser tous les résultats dans un tableau. **(2,5 pts)**

2) déterminer l'intensité moyenne maximale sur l'intervalle de temps t_1 = 12,5 mn. **(1,5 pts)**

Exercice 2 (6 pts)

En considérant la figure 1 :

1) déterminer, par la méthode rationnelle, le débit de pointe Q_{pE} généré par le BV au point E. **(3 pts)**

2) en supposant que Q_{pE}=0,8m^3/s, dimensionner la conduite E-F à l'aide de la formule de Manning. **(3 pts)**

On donne les DN : 300 ; 400 ; 500 ; 600 ; 800 ; 1000 ; 1200 ; 1400 ; 1500 ; ...

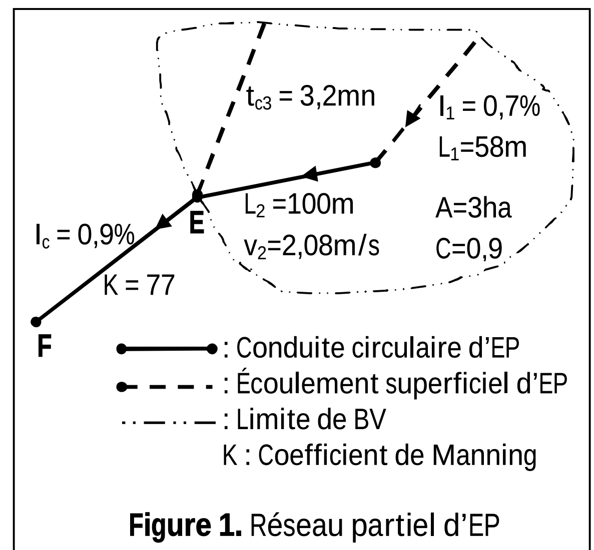


Figure 1. Réseau partiel d'EP

Exercice 3 (7 pts)

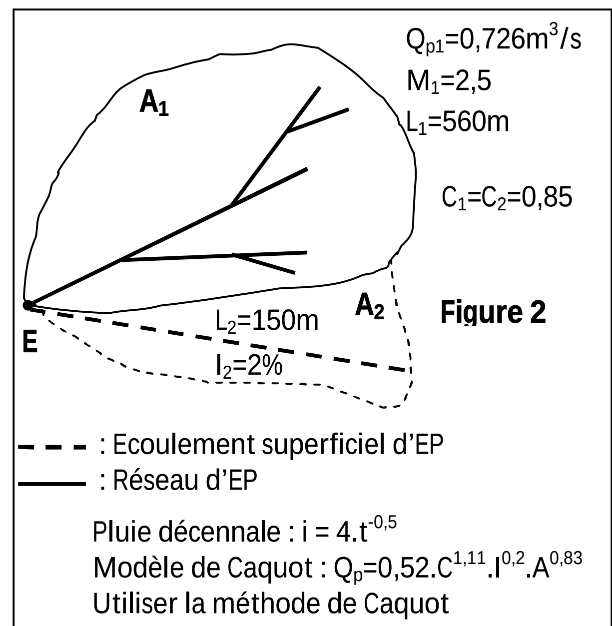
Sur la figure 2, A_1 est 1 BV urbain existant et A_2 est 1 BV prévu en extension.

1) Estimer la surface $\mathbf{A_1}$ (en m²) et la pente hydraulique $\mathbf{I_1}$ (en %) du BV A_1. On donne le débit max $\mathbf{Q_{p1}}$, l'allongement $\mathbf{M_1}$ et la longueur $\mathbf{L_1}$ du BV A_1 (voir figure 2). **(2,5 pts)**

Pour la suite, on prend **A_1=5ha** et **I_1=2,5%**.

2) Sachant que le débit max possible en E est **Q_{pE}=1,022m^3/s**, déterminer la surface max $\mathbf{(A_2)_{max}}$ du BV A_2. **(2,5 pts)**

3) On suppose que **A_2=1,5ha** ; déterminer le débit max réel $\mathbf{Q_{pE}}$ à prendre en compte en E. **(2 pts)**



Rappel de cours : Formule de Manning : $Q = 0,03117.K.D^{8/3}.\sqrt{I}$; K : Coefficient de Manning

Formule de Kirpich : $t_c = 0,0195.L^{0,77}.I^{-0,385}$

CORRIGE DE L'EXAMEN D'ASSAINISSEMENT

Questions de cours (03 pts)

1) Il est préférable d'utiliser la forme ovoïde lorsque l'on désire :
- réduire la largeur de la fouille **(0,5)**
- augmenter la vitesse (ou la hauteur) d'écoulement lors de faibles débits (améliorer l'autocurage) **(0,5)**
- faciliter l'accès au réseau **(0,5)**

2) $v_{min} \leq v$ pour éviter les dépôts fréquents lors de faibles débits (assurer l'autocurage du réseau) **(0,75)**
$v \leq v_{max}$ pour éviter l'abrasion des parois des conduites lors de forts débits. **(0,75)**

Exercice 1 (04 pts)

1) En général, on a : $h(t+\Delta t)=h_c(t+\Delta t)-h_c(t)$ et $i(t+\Delta t)=h(t+\Delta t)/\Delta t$
Pour le 1er pas de temps on a :
$h(5)=h_c(5)-h_c(0)=6-0=6mm$ **(0,25)** et $i(5)=h(5)/(6/60) \Longrightarrow i(5)=12.h(5)=12x6=72mm/h$ **(0,5)**
Le reste des résultats est donné dans le tableau.

t (mn)	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	
h (mm)	6	4	5	9	8	5	0	7	4	**(0,75)**
i(mm/h)	72	48	60	108	96	60	0	84	48	**(01 pt)**

2) $i_M(12,5')=(2,5x60+5x108+5x96)/12,5=93,6mm/h$ **(1,5 pt)**

Exercice 2 (6 pts)

1) *Détermination de Q_{pE} (Méthode rationnelle)*

$t_{c1}=0,0195.(58)^{0,77}.(0,007)^{-0385}=3mn$ **(0,5 pt)**
$t_{cd}=t_{c1}+L_2/v_2=3+100/(2,08x60)=3+0,8=3,8mn$ **(0,5)**

(Sur 3 pts)

Chemins hydrauliques en // $\Longrightarrow$ $t_c=Max(t_{cd},t_{c3})=Max(3,8mn,3mn)=3,8mn$ **(0,5)**

$Q_{pE} = (1/6).C.A.4.(t_c)^{-0,5} = (1/6)x0,9x3x4x(3,8)^{-0,5} = 0,923\ m^3/s$ **(1,5 pt)**

2) *Dimensionnement de la conduite E-F (Méthode rationnelle)*

$$D = \left(\frac{1}{0,03117.K}.Q_{pE}.\sqrt{I_c}\right)^{3/8} = \left(\frac{1}{0,03117x77}x0,8.\sqrt{0,9}\right)^{3/8} = 0,65\ m$$

On adopte ϕ800

(1,5 pt)

Vérification de la vitesse d'écoulement **(sur 1,5 pt)**

(Sur 3 pts)

$Q_{ps} = 0,03117.K.\emptyset^{8/3}.\sqrt{I_c} = 0,03117x77x0,8^{8/3}.\sqrt{0,9} = 1,256\ m^3/s$ **(0,25)**

$v_{ps} = \frac{4Q_{ps}}{\pi\emptyset^2} = \frac{4x1,256}{3,14x0,8^2} = 2,5\ m/s$ **(0,25)**

$r_Q = \frac{Q_{pE}}{Q_{ps}} = \frac{0,923}{1,256} = 0,64$ **(0,25)** $\Longrightarrow$ Abaque $r_v = 1,06$ **(0,25)**

D'où $v = r_v.v_{ps} = 1,06x2,5 = 2,65\ m/s$ **(0,25)**

$v < v_{max} = 4\ m/s$ Donc, condition vérifiée $\Longrightarrow$ on maintient ϕ800 et $I_c = 0,9\%$. **(0,25)**

<u>Exercice 3</u> (7 pts)

1) *<u>Détermination de A_1 et I_1</u> (Méthode de Caquot)*

$M_1 = \frac{L_1}{\sqrt{A_1}} \implies A_1 = \left(\frac{L_1}{M_1}\right)^2 = \left(\frac{560x10^{-2}}{2,5}\right)^2 = 5,0176\ ha = 50176\ m^2$ **(1 pt)**

Pour déterminer I_1 utilisons le modèle de Caquot (puisque $M_1 = 2,5 > 0,8$).

(Sur 2,5 pts)

$\beta = \left(\frac{M_1}{2}\right)^{0,7b(T)} = \left(\frac{2,5}{2}\right)^{0,7(-0,5)} = 0,92$ **(0,5)**

$Q_{p1} = \beta.\left(0,52.C_1^{1,11}.A_1^{0,83}.I_1^{0,2}\right) \implies I_1 = \left[\frac{Q_{p1}}{0,52.\beta.C_1^{1,11}.A_1^{0,83}}\right]^{\frac{1}{0,2}}$

<u>A.N</u> : $I_1 = \left[\frac{0,726}{0,52x0,92x0,85^{1,11}.5,0176^{0,83}}\right]^{\frac{1}{0,2}} = 0,025 \implies I_1 = 2,5\ \%$ **(1 pt)**

2) *<u>Détermination de $(A_2)_{max}$</u> (Méthode de Caquot)*

$Q_{pE} = \beta.\left(0,52.C^{1,11}.A^{0,83}.I^{0,2}\right)$ avec $C = C_1 = C_2 = C^{ste} = 0,85$
$A = A_1 + A_2$
$I = I_1 = 2,5\ \%$ (chemin hydraulique du réseau) **(0,25)**

On suppose que $M = \frac{L_1}{\sqrt{A}} > 0,8$ et utilisons la méthode de Caquot

$\beta = \left(\frac{M}{2}\right)^{0,7b(T)} = \left(\frac{L_1}{2\sqrt{A_1+A_2}}\right)^{-0,35}$ **(0, 5)**

(Sur 2,5 pts)

D'où $Q_{pE} = \left(\frac{L_1}{2\sqrt{A_1+A_2}}\right)^{-0,35}.0,52.C^{1,11}.I^{0,2}.(A_1 + A_2)^{0,83}$

Ou encore $Q_{pE} = \left(\frac{L_1}{2}\right)^{-0,35}.0,52.C^{1,11}.I^{0,2}.(A_1 + A_2)^{1,005}$ **(0, 5)**

D'où $A_2 = \left[\frac{Q_{pE}}{\left(\frac{L_1}{2}\right)^{-0,35}.0,52.C^{1,11}.I^{0,2}}\right]^{\frac{1}{1,005}} - A_1$ **(0,5)**

<u>A.N</u> : $A_2 = \left[\frac{1,022}{\left(\frac{560x10^{-2}}{2}\right)^{-0,35}.0,52x0,85^{1,11}x0,025^{0,2}}\right]^{\frac{1}{1,005}} - 5 = 2\ ha \implies (A_2)_{max} = 2$ ha **(0,5)**

On vérifie l'hypothèse de départ $M = \frac{L_1}{\sqrt{A}} = \frac{560x10^{-2}}{\sqrt{5+2}} = 2,12 > 0,8$ donc vérifiée. **(0,25)**

3) *<u>Détermination de Q_{pE}</u> (Méthode de Caquot)*

On considère le BV ($A_1 + A_2$), donc : $A = 5 + 1,5 = 6,5$ ha
$L = L_1 = 560$ m
$I = I_1 = 2,5\ \%$ (côté réseau)
$C = C_1 = C_2 = 0,85$ **(0, 5)**

(Sur 2 pts)

$M = \frac{L_1}{\sqrt{A}} = \frac{560x10^{-2}}{\sqrt{6,5}} = 2,2 > 0,8 > 0,8 \implies$ Caquot possible **(0,25)**

$\beta = \left(\frac{M}{2}\right)^{0,7b(T)} = \left(\frac{2,2}{2}\right)^{-0,35} = 0,97$ **(0,25)**

$Q_{pE} = \beta.\left(0,52.C^{1,11}.A^{0,83}.I^{0,2}\right) = 0,97.\left[0,52x0,85^{1,11}x6,5^{0,83}x0,025^{0,2}\right] = 0,952\ m^3/s$ **(1 pt)**